# Construisons un jeu électrique

**Ce dossier, prépublié dans *La Classe* n° 156, est extrait du hors-série *9 projets scientifiques pour l'école élémentaire,* tous labellisés par La main à la pâte.**

## Au sommaire de cet ouvrage pratique, outre la construction d'un jeu électrique :

- Les aimants
- Les balances
- Miroirs et réflexions
- Ventilation et respiration
- Une visite à la ferme
- Le jardinage à l'école
- La construction d'un mobile
- La réalisation d'une carte animée




Informations et commande : http://laclasse.martin-media.fr/fiche/9-projets-scientifiques--HCL110101#spec-detail



# Construisons un jeu électrique

CE2

**Fabriquer un jeu de « questions-réponses »… Il y a bien longtemps que cette activité est connue des enseignants : une ampoule s'allume si les enfants relient convenablement une question et sa réponse. De quelle façon *La main à la pâte* revisite-t-elle ce classique ?**

## Le principe du jeu

• Le jeu proposé aux enfants fonctionne sur le principe suivant : le dessus du jeu comporte un pupitre sur lequel on pose des fiches perforées, qui contiennent 9 questions et 9 réponses. Toutes les fiches sont conçues sur le même gabarit. Seuls l'ampoule et les deux fils électriques qui permettent de sélectionner la question et la réponse sont visibles, le circuit étant enfermé dans un boîtier indémontable.

Le circuit câblé dans le jeu associe systématiquement la question 1 à la réponse C, la 2 à la A, la 3 à la B, la 4 à la E… quelles que soient les fiches posées sur le support. Après un premier plaisir de jouer, la limite de ce montage apparaîtra aux enfants. Dès qu'ils auront constaté et mémorisé les emplacements « justes », le jeu perd en effet tout son attrait.

• La séquence décrite dans les pages qui suivent a été mise en place en CE2, auprès d'élèves n'ayant jamais travaillé sur le thème de l'électricité. Aussi est-il possible d'envisager un parcours plus rapide pour des élèves ayant déjà quelques notions dans ce domaine.

## Les objectifs

• Le but est de faire découvrir quelques notions de base d'un circuit électrique.

La réalisation d'un jeu qui fonctionne est le projet final, mais chaque séance proposera divers problèmes à résoudre.

***Ce que la séquence va faire travailler :***

– Les circuits électriques simples ; la distinction entre circuit en série et circuit en dérivation.
– Le vocabulaire : *borne, conducteur, isolant, pile…*
– Les principes élémentaires de sécurité.

## Découpage de la séquence

• Cette séquence se partage en deux étapes :
– Construire la maquette du jeu montré : comprendre le principe de fonctionnement du jeu, représenter le circuit électrique caché.
– Adapter ce jeu et l'améliorer : dissocier le circuit électrique du support de celui des fiches. Chacune portera son propre circuit, ce qui permettra de les présenter sous d'autres formes.

Les enfants découvriront ces contraintes au fur et à mesure de la séquence.

## Évaluation du projet

• En fin de séquence, les jeux réalisés doivent fonctionner.

***Situations possibles pour évaluer les acquis des élèves :***

– Faire détecter une panne dans un circuit électrique, par exemple celui d'une maquette de maison de poupée construite par une autre classe.
– Dessiner le schéma d'un montage électrique.

## Prolongements possibles

• Les dangers de l'électricité.

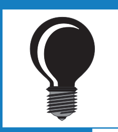
• D'où vient l'électricité qui arrive jusqu'à nos prises ?

• Quelles sont les différentes sources d'énergie ?

• Comment s'éclairait-on autrefois ? Qui a inventé la pile ? l'ampoule ? Etc.

• Projet de fabrication technologique d'un boîtier en bois.

• Construction d'autres jeux électriques, qui permettent de reprendre cette démarche de découverte d'un circuit dans une maquette.





Voir les activités proposées sur le site de *La main à la pâte, www.lamap.fr* : la catamaran à hélice, le phare, la main électrique (C3), ou le nez de l'ours (C2).

## Le matériel nécessaire

***Pour la classe : un jeu électrique de « questions-réponses ». Si l'enseignant n'en dispose pas, il peut en fabriquer un avec :***

- Une boîte en carton : 15 x 20 cm minimum.
- Fil électrique : 1 m.
- Une pile plate de 4,5 V ou 2 piles rondes de 1,5 V dans leur support.
- Deux trombones.
- Un domino.
- Attaches parisiennes : une vingtaine.
- Une ampoule, un support d'ampoule.
- Une vrille.
- Une pince coupante (ou pince à dénuder, ou une paire de ciseaux).
- Un tournevis à lame plate de 3 mm.

© Celda.

***Pour la réalisation du circuit du jeu, pour deux élèves :***

- Ampoules et supports d'ampoule.
- Piles plates.
- Tournevis.
- Fils électriques (dénudés et non dénudés).
- Attaches parisiennes (ou punaises).
- Barquettes creuses en polystyrène (d'environ 20 x 25 cm) faciles à percer.

***Pour la séance facultative spécifique « conducteur-isolant » :***

- Voir détail dans la séance.

***À prévoir aussi, une caisse de réserve avec du matériel varié :***

- Interrupteurs de différentes sortes.
- Ampoules de diverses tailles.
- Piles rondes, piles plates démontées.
- Loupes.
- Moteur.
- Ruban adhésif.

• Et tout autre matériel dont les élèves auraient besoin en fonction de leurs hypothèses. Chaque fois qu'un élève réclamera du matériel supplémentaire, on lui fera dire et écrire ce qu'il compte en faire.

## Construction du jeu de départ

• Le jeu qui sera donné à l'observation des enfants en introduction à la séquence sera réalisé par le maître de la façon suivante :

– Coller la pile à l'intérieur de la boîte.
– Relier les fils à la pile par deux trombones (vérifier qu'ils soient conducteurs) ou des attaches parisiennes, consolider l'ensemble avec de l'adhésif.
– Visser l'ampoule sur une douille à deux pattes (photo). Le contact de la douille et du fil se fait par un domino double. L'utilisation d'autres types de supports est possible, par exemple, ceux auxquels les fils se fixent par des vis. ■



### Organisation pratique des écrits

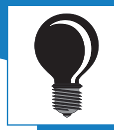
• Les problèmes que la classe se pose sont écrits en début de séance au tableau, puis copiés sur les cahiers d'expériences. À chaque étape, les consignes seront toujours écrites au tableau. L'espace de travail du tableau permet la collecte des travaux de groupe.

• Chacune des séances se terminera par le repérage de ce dont on est sûr, et de ce qu'il reste à tester. La conclusion de séance mettra en relief un ou plusieurs énoncés validés, recopiés sur le cahier.

• L'affichage des problèmes en cours et des synthèses évolue sur la durée de la séquence, il sert de support pour le lancement des séances suivantes.

• Prévoir un cahier d'expériences par élève et éventuellement des fiches de recherche individuelle préparées par le maître au fur et à mesure des séances, puis collées dans le cahier pour les enfants qui auraient besoin d'un guidage plus important.

• On peut choisir de faire écrire sur des feuilles roses les travaux individuels, qui varient donc d'un enfant à l'autre, sur feuilles bleues les écrits de groupes, et utiliser du papier blanc pour les notes et documents communs à la classe, comme le suggère Stéphanie Cujard (cahier de Clara ou d'Amylcar, site lamap : Réflexions sur l'usage du cahier d'expériences dans la liste des produits labellisés).





**Au cours de cette première séance, le maître mesurera l'écart entre la tâche à accomplir et les connaissances ou idées préalables des enfants. Il sera donc peut-être amené à modifier le canevas de la séquence.**

## Séance n° 1 : comment ce jeu fonctionne-t-il ? De quel matériel aurons-nous besoin pour le construire ?

### Enjeu de la séance

• Mettre en commun les idées sur le fonctionnement du jeu.

### Lancement du projet

• Une quinzaine de jours avant le lancement de la séquence, le maître apportera un jeu de « questions-réponses » dont le système électrique est caché.

On ne trouve plus dans le commerce ce type de jeu, l'électronique ayant envahi le secteur des jouets, mais on peut jouer sur l'aspect vieillot d'un jeu fabriqué par le maître (*cf.* fiche précédente), ou acheté dans une brocante, pour intéresser les enfants.

• On laissera tous les élèves jouer suffisamment avec l'objet, pour leur permettre se familiariser librement avec le matériel, puis une fois passée l'approche ludique, d'entrer dans une démarche d'apprentissage.

• Le moment sera alors venu de leur proposer de construire leur propre jeu ; ils choisiront chacun les thèmes de leurs fiches.

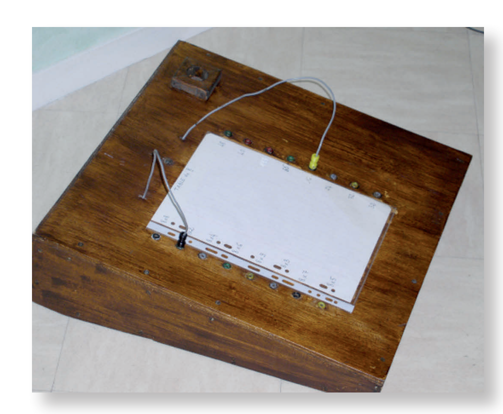
### Questionnement individuel

• Dans un cahier d'expériences, les élèves répondront individuellement à chacune des questions suivantes, soit en rédigeant une réponse, soit avec des schémas éventuellement légendés :

– De quelle façon, selon toi, le jeu fonctionne-t-il ?
– Comment te représentes-tu ce qui est caché ?
– De quoi auras-tu besoin pour construire ton propre jeu ?
– Quelles sont les questions que tu te poses sur la réalisation d'un jeu ?
– Que veux-tu connaître sur l'électricité ?

### Mise en commun des idées et discussion

• Une fois réunis, les élèves mettent en commun le fruit de leur réflexion, tandis que l'enseignant note au tableau les différentes hypothèses émises. Tous s'accordent pour dire qu'il



faut une ampoule puisqu'elle s'éclaire lorsqu'on gagne ! Mais les hypothèses relatives au reste du matériel nécessaire sont variées. Exemples :

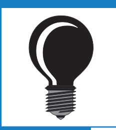
– « Pour que l'ampoule s'allume, on a besoin d'un fil électrique, d'un domino et d'une ampoule ; je l'ai déjà fait avec mon papa.
– Pour allumer l'ampoule, on a besoin de plusieurs fils car l'électricité est dans les fils !
– Mais non ! L'électricité est dans les fils mais on n'en a besoin que d'un seul !
– Moi, j'ai un jeu comme celui de la maîtresse et il faut une pile. »

Il est important de prendre en compte l'intégralité des propositions des élèves, même si toutes ne sont pas à retenir comme hypothèses. On relèvera également toutes les questions qui peuvent surgir lors des expérimentations. Si le temps de la séance ne permet pas d'y répondre immédiatement, on gardera la question qui reste en suspens pour y revenir plus tard. On peut inciter les enfants à effectuer des recherches documentaires, mais on peut aussi expliquer que certaines questions peuvent ne pas être traitées car elles ne leur sont pas accessibles, ou ne relèvent pas du programme de l'école.

• Dans les premières propositions, la pile n'est pas toujours mentionnée… Les enfants pensent souvent que l'électricité « vient du domino » ou des fils. Pourtant, il y a peu de chances qu'aucun d'eux ne fasse allusion, à un moment ou à un autre, à l'utilisation d'une pile pour fournir le courant.

• Le maître conclura la séance par cette question : « Que pourrions-nous faire pour vérifier ce que chacun avance ? », à laquelle les élèves ne manqueront pas de répondre : « Essayer ! »

Ce sera l'objet de la prochaine séance. ■





**Les élèves vont à présent tester les hypothèses émises lors de la séance précédente. Il s'agit de répondre à la question : « Comment faire pour que l'ampoule s'allume ? »**

## Séance nº 2 : allumer une ampoule

### Enjeux de la séance

• Comprendre que ce ne sont pas les fils qui produisent le courant, et qu'une pile plate fournit assez de courant pour allumer une ampoule de lampe de poche.

• Prendre conscience de quelques dangers de l'électricité.

### Rappel du projet et des idées émises lors de la séance précédente

• On reformulera quelques-unes des hypothèses à tester : « Pour que l'ampoule s'allume…
a) on a besoin d'un fil électrique, d'un domino et d'une ampoule.
b) on a besoin de plusieurs fils car l'électricité est dans les fils.
c) l'électricité est dans les fils mais on n'en a besoin que d'un seul !
d) il faut une pile. »

### Travail en groupe

• Le matériel étant placé au fond de la classe, on invitera les enfants à venir chercher ce dont ils ont besoin pour tester les différentes propositions.

• Les élèves écrivent les propositions qu'ils doivent tester (l'ordre est indifférent). Chaque situation donne lieu à un petit compte rendu sur les cahiers d'expériences.

• D'autres propositions émergeront sans doute en cours de séance. On pourra les tester, sachant toutefois qu'un test n'est autorisé par le maître que si son protocole, même succinct, a été décrit (quelques mots, dessins ou schémas…).

### Mise en commun des résultats des tests

• Dans le coin « regroupement », chaque groupe doit présenter, schémas à l'appui, les tests qu'il a réalisés, les résultats obtenus, et sa conclusion écrite sur les cahiers d'expériences.

***Réponses prévisibles pour les propositions a, b et c :***

« On n'a pas réussi à allumer l'ampoule. » Conclusions de la classe : « L'électricité ne se trouve pas dans nos fils ni dans nos dominos. » Ces conclusions seront notées dans le carnet d'expériences.

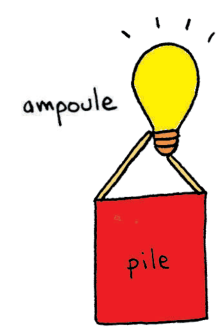
***Réponse prévisible pour la proposition d :***

« On a trouvé une (ou deux ?) façon(s) d'allumer l'ampoule. »

### Mise en relief des éléments importants

• Chaque enfant réalise alors un dessin légendé qui représente l'ampoule allumée et la pile.

Une conclusion collective (provisoire) est alors possible, qui sera notée sur le carnet d'expériences, en réponse à notre questionnement : « L'ampoule s'allume lorsqu'on place les lames de la pile sur l'ampoule. »



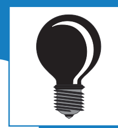

Rien ne précise ici quelles parties de l'ampoule les lames doivent toucher : ce sera l'objet de la séance suivante.

> Si les enfants ont, d'emblée, utilisé les mots justes, et si leurs dessins sont très précis, c'est la conclusion de la séance 3 qui sera écrite. On passera alors directement à la séance 4 : « allumer une ampoule loin d'une pile ».

### Prolongement : débat sur les dangers de l'électricité

• Si certains élèves proposent de placer directement les fils dans les prises murales, on expliquera d'emblée que le courant domestique est beaucoup trop dangereux, voire mortel pour l'homme. On évoquera le rôle des transformateurs de courant dans les jouets, et des batteries rechargeables (circuits de voiture, maisons de poupée, instruments de musique, lecteurs de CD, etc.).

Formulation complémentaire possible : « Il n'y a de courant électrique ni dans les fils, ni dans les dominos, s'ils ne sont pas reliés à un réseau électrique. À la maison, à l'école, le courant peut passer dans les dominos, dans les prises murales, sauf quand le courant est coupé au disjoncteur ou au compteur. » ■





**Comment allumer l'ampoule directement avec la pile ? Les différentes possibilités seront expérimentées lors de cette troisième séance.**

## Séance nº 3 : comment allumer une ampoule avec une pile ?

### Enjeux de la séance

• Utiliser un vocabulaire spécifique pour décrire les contacts d'un montage.

• Observer un montage et le dessiner précisément (précision des mots et des dessins).

> Les mots dépendent directement du matériel utilisé. Remarque : il existe des ampoules à vis, des ampoules à baïonnette. Il existe au moins deux types de socles pour les ampoules : certains nécessitent de souder les fils, d'autres s'assemblent au tournevis. Il n'est pas question de faire une leçon de mots, mais bien d'utiliser les plus justes et de savoir les écrire.

### Phase de lancement

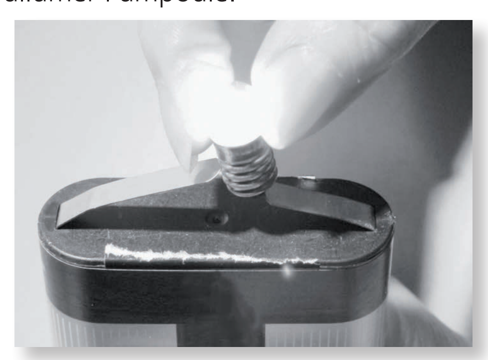
• Le maître a photocopié quelques extraits de cahiers des élèves. Sur les premiers schémas réalisés, il reste des ambiguïtés relatives aux contacts. Les élèves, invités à commenter collectivement les productions, vont très vite dégager la nécessité d'utiliser un vocabulaire commun, pour mieux se comprendre. Les mots techniques sont apportés par le maître au fil des échanges, et notés sur une affiche : ils seront ensuite recopiés sur une fiche individuelle de vocabulaire ou d'orthographe : *plot, culot, verre, ampoule, lame, borne, pile plate, filament, douille*…

• On mettra donc au point un code commun à la classe pour désigner les diverses combinaisons à tester :
– Éléments de l'ampoule : *culot, plot, vis, verre, partie noire*…

On permettra aux enfants d'utiliser la loupe pour une observation plus pointue. (Prévoir quelques ampoules grillées, et des ampoules cassées.)
– Éléments de la pile : *petite lame, grande lame, corps*…

### Phase de recherche, par groupe

• Les éléments à faire figurer sur le cahier individuel se découperont de la façon suivante :
– La question que nous nous posons : « Quelles sont les différentes possibilités de contact entre la pile et l'ampoule, pour allumer l'ampoule ? »
– Un paragraphe qui rendra compte de tous les essais effectués par le groupe d'enfants.
– Le schéma des montages qui permettent d'allumer l'ampoule.



### Synthèse collective

• Pour allumer une ampoule de lampe de poche avec une pile plate, il y a deux solutions : placer la grande lame sur le plot et la petite sur le culot, ou la grande lame sur le culot et la petite sur le plot.

Le maître reformulera cette conclusion en y apportant des précisions complémentaires : « Les piles plates ont deux bornes, notées + et –. La grande lame est une borne, la petite lame est une autre borne.

Quand le circuit est fermé (si le plot touche une lame, et le culot l'autre lame), le courant électrique passe.

Quand il est ouvert (lorsqu'une des deux lames, ou les deux, ne touche rien, ou touche une autre partie de l'ampoule), il n'y pas de courant. »

• On préparera les élèves aux séances suivantes en les invitant à réfléchir sur de nouvelles questions :
– « Nous avons vu que nous pouvions allumer l'ampoule avec notre pile plate en plaçant une lame sur le plot et l'autre sur le culot. Mais si nous avions des piles rondes, serait-ce possible ?
– Dans le jeu, la pile n'est pas proche de l'ampoule. Comment faire ? »

On laissera les élèves énoncer leurs idées et en discuter. Un retour vers les notes prises en première séance mettra en avant la question de la séance suivante : pouvons-nous allumer une ampoule en utilisant des fils ? ■





**Pour allumer l'ampoule lorsque la pile est à distance, on doit utiliser des fils électriques…**

## Séance nº 4 : et les fils ?

### Enjeux de la séance

- Utiliser des fils électriques dans un circuit.
- Faire la différence entre fil et fil électrique.
- Repérer les points communs et des différences entre circuits avec pile plate et circuits avec pile ronde.

### Phase collective : « pouvons-nous allumer une ampoule loin d'une pile en utilisant des fils ? »

- La consigne écrite sera formulée en ces termes : « Vous allez faire le ou les schémas des expériences que vous pensez réaliser. Vous irez chercher le matériel puis vous réaliserez ces expériences. Vous écrirez ensuite votre conclusion. » Bien entendu, les élèves seront autorisés, au cours du travail, à faire d'autres propositions et recommencer d'autres expériences.

### Travail en binôme

- Le matériel étant placé à disposition (au fond de la classe, par exemple), les élèves pourront se servir seuls. Ils y trouveront des fils électriques non dénudés, des fils multibrins, ou des fils à un brin, des fils électriques de différentes sections, des fils à coudre, de la ficelle et des fils à scoubidou…
- Il sera intéressant, au niveau de la synthèse, de voir avec les élèves pourquoi, dans certains cas, cela n'a pas fonctionné : « Pour que les contacts se fassent bien, il faut dénuder



les fils. » Cette affirmation trouvera son explication et sera validée plus tard, à la suite de la séance « isolant/conducteur » (séance n° 7).

### Mise en commun

- Les enfants répondront ensemble au questionnement de départ (ampoule loin de la pile). On comparera aussi la place des fils entre les circuits avec pile plate et les circuits avec pile ronde.

***Trace écrite sur le cahier d'expériences :***

– Nous pouvons allumer une ampoule loin de la pile plate, ou de la pile ronde, en ajoutant 2 fils électriques : l'un doit être fixé à une borne et placé sur le plot de l'ampoule, et l'autre sur la deuxième borne de la pile et sur le culot.
– On ne peut pas allumer une ampoule avec une pile ronde si on n'a pas au moins un fil.

### Complément apporté par le maître

- Les difficultés rencontrées, que ce soit pour établir les contacts, faire tenir le système ou dénuder les fils, permettront de s'intéresser de plus près à certains objets techniques :

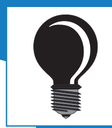
– Le support d'ampoule : observation, montage électrique, utilisation des tournevis pour fixer les fils (socles à vis). On peut aussi, à partir de ce moment, utiliser pour plus de facilité des « fils à pinces ».
– La pince à dénuder : observation, points communs et différences avec la pince coupante, ou une paire de ciseaux.

Sur le cahier d'expériences, les enfants réaliseront le dessin de ces objets, tandis qu'un commentaire expliquera leur rôle et la manière dont on les utilise. ■

### Recherche documentaire : autour du mot « fil »

**Technologie :** la distinction entre les matériaux « en fil », et les matériaux « en plaque » est importante. Le mot « fil » correspond à une forme de la matière, qui elle-même répond à une fonction comme coudre, tisser, relier… Cette forme n'indique pas l'origine du matériau (végétale, animale…), et ne renseigne pas sur sa nature (laine, coton, lin, cuivre).

**Langue française :** on recherchera des expressions comprenant le mot fil : *fil à plomb, coup de fil, cousu de fil blanc, être au bout du fil, au fil du temps, fil d'Ariane…*
Homographes : *fils* électriques ou *fils*, masculin de fille.
Mots de la même famille : *filament, filature, filet, filer…*





**Voyons à présent comment réaliser le circuit électrique de notre jeu.**

## Séance n° 5 : retour à la situation de départ

### ▸ Enjeux de la séance

• Réaliser le circuit électrique complet du jeu.

• Schématiser le montage électrique du jeu de questions / réponses dont le câblage est toujours caché.

### ▸ Lancement : quatre questions, quatre réponses...

• Lors d'une courte séance de français, les enfants, réunis par deux, ont préparé une fiche commune, comprenant quatre questions et les quatre réponses à y associer.

Le maître présente le nouveau matériel : les barquettes de polystyrène et les attaches parisiennes, en expliquant que les barquettes formeront le corps du jeu, et que les attaches parisiennes seront les points de contact pour les questions et réponses.

### ▸ Manipulation, essais...

• Chaque groupe va tenter de mettre en place les éléments du circuit électrique, fixer les feuilles de questions sur la barquette, et poser les attaches.

Certains essaieront de fixer le support d'ampoule sur la barquette, et de faire passer les fils « en dessous ». Tous n'auront pas l'idée de relier les questions et les réponses par des fils.

Après 20 à 25 minutes d'expérimentation, il est temps d'arrêter les recherches, de faire le point sur l'avancement des travaux et de préparer la trace écrite sur le cahier d'expériences : liste du matériel, croquis du montage.

### ▸ Mise en commun

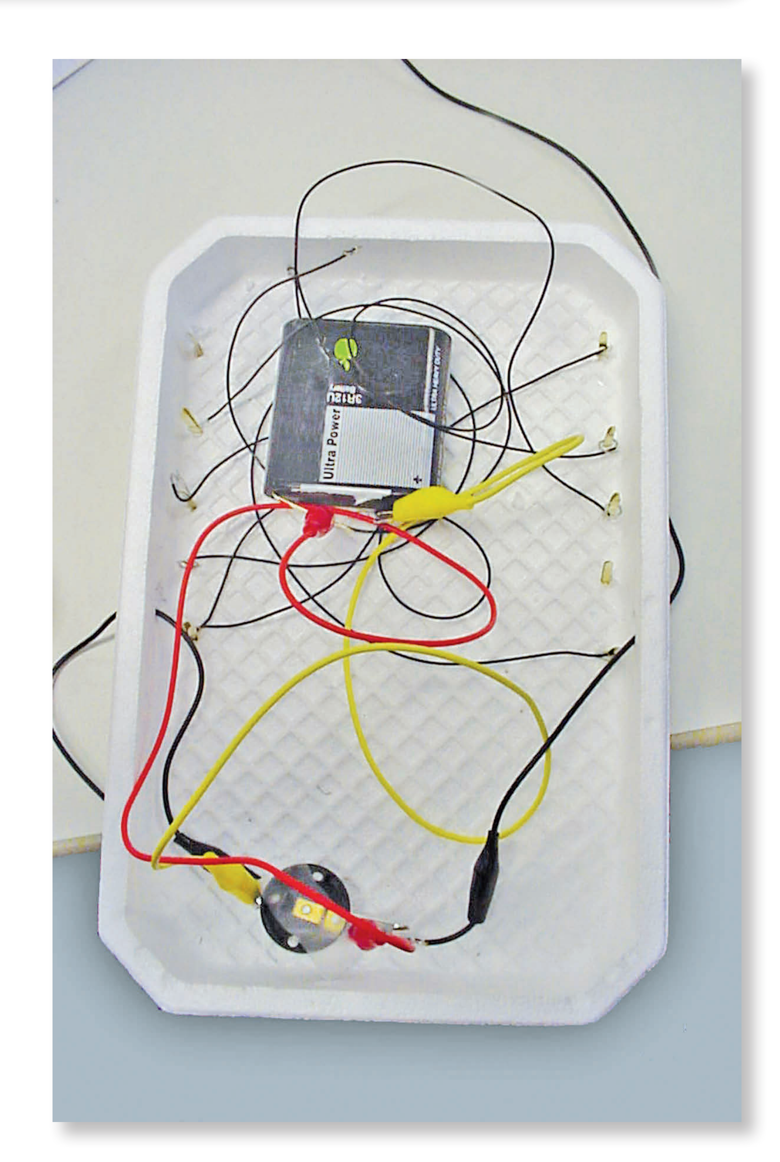
• L'ampoule s'allume-t-elle lorsqu'on relie question et réponse ? Pour toutes les réponses ? De façon juste ? Pourquoi ?

On repérera les fils sous le jeu, et les contacts à faire ou ne pas faire.

***Analyse du circuit connu***

• La partie « fil-ampoule-fil-pile-fil » est solidement reliée.

La pile peut être sous le jeu ou à côté, et le support d'ampoule incrusté dans la barquette, ou posé à côté.




Ces deux variantes ne changent rien au fonctionnement du jeu.

***Analyse de la partie nouvelle du circuit***

• Si les fils sont trop dénudés, ou si des attaches parisiennes sont en contact, plusieurs réponses correspondent à une question.

Si, au contraire, les fils sont mal dénudés et ne font pas contact avec les attaches parisiennes, le circuit est ouvert.

La mise en œuvre de la séance « conducteur/isolant » (séance n° 7) peut s'envisager comme une réponse à ces problèmes.

### ▸ Retour vers les réalisations des enfants

• On reprendra les croquis des montages et on rectifiera, le cas échéant, les circuits. ■





**Pour renouveler l'intérêt du jeu, mieux vaut intégrer son propre circuit électrique à chaque fiche-questionnaire.**

## Séance n° 6 : les fiches, un interrupteur particulier

### Enjeu de la séance

• Faire percevoir l'intérêt des montages qui intègrent le circuit à la fiche, et non au support du jeu.

### Lancement de la séance : analyse des jeux construits

• On engagera une discussion en vue d'améliorer le jeu :

*Maître :* Le jeu de la classe vous a intéressés au début, puis vous vous en êtes lassés. Rappelez-vous pourquoi.

*Élèves :* On sait que le trou n° 1 de la question va avec le trou n° 4 de la réponse…

*Maître :* Est-ce le cas avec les jeux que vous avez réalisés ?

Les élèves ne sont pas tous d'accord. Ils réalisent alors qu'ils ont fait leurs assemblages de façon différente.

Tous n'ayant pas terminé – et c'est pourquoi il était important de ne pas laisser durer la séance précédente –, on est sûr d'avoir les deux types de circuits.



• Le maître choisit un jeu dont le circuit est intégré à la boîte, et propose d'y jouer avec le boîtier d'un autre enfant (peut-être les élèves feront-ils eux-mêmes cette proposition).

Les enfants se rendent compte que l'on peut jouer avec un jeu sur le support d'un autre, y compris sur celui de la classe.

• Les montages réalisés feront alors l'objet d'un tri :
– Ceux dont tous les éléments du circuit sont fixés à la barquette, et dans lesquels les questions sont reliées aux réponses.
– Ceux qui sont restés en deux parties.

Finalement, les enfants les plus rapides lors de la séance précédente n'auront pas produit le système le plus performant.

• Il est décidé de garder cette idée d'un montage électrique en deux parties, ce qui permet l'échange des fiches.
– Partie 1 : le circuit ampoule-pile fixé sur un support (par exemple une boîte à chaussures dans laquelle on cache les éléments du circuit. Seuls deux fils en sortent).
– Partie 2 : les fiches interchangeables, stockées dans la boîte, qui comprendront chacune leur circuit de questions associées aux réponses.

### Cahier d'expériences

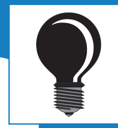
• Les enfants réaliseront le schéma du circuit du jeu qui tient compte de la proposition d'amélioration.

### Reprise des fabrications

• Après avoir éventuellement démonté leur circuit pour en séparer les deux parties, les enfants fabriqueront un nouveau circuit.

On attachera alors de l'importance à la solidité de l'ensemble, à la précision dans le passage des fils...

Puis ils pourront commencer à jouer avec leurs fiches, et les échanger entre eux. ■





## D'autres façons de concevoir les fiches peuvent être expérimentées…

## Variantes

### Sur l'aspect technique : un nouveau modèle de fiches cartonnées

• Le maître, de son côté, a construit quelques fiches. De petites bandes de papier en aluminium, bien isolées entre elles par des bandes de papier, établissent les contacts entre la question et sa réponse. On peut en apercevoir un morceau à l'endroit des contacts (endroits perforés). Une fiche cartonnée est collée au verso pour cacher les circuits.

***Compétences, objectifs***

• Réinvestir des compétences acquises antérieurement dans une nouvelle situation.

***Phase de lancement***

• Le maître montre ses propres fiches aux élèves et demande : « Comment pensez-vous que je les ai fabriquées ? »

***Travail en binôme***

• Après avoir émis leurs hypothèses, les élèves listent le matériel dont ils pensent avoir besoin, et l'un d'eux va le chercher au fond de la classe.

*Important :* Laissez les élèves tâtonner, essayer, recommencer, comprendre leurs erreurs… Certains vont oublier d'isoler le papier d'aluminium : laissez-les agir et aidez-les à comprendre pourquoi tout s'allume…

***Synthèse collective, conclusion***

• Les élèves sont amenés à exposer les difficultés qu'ils ont rencontrées et la façon dont ils les ont résolues. Les différents montages seront étudiés, commentés (fragilité de certains…).

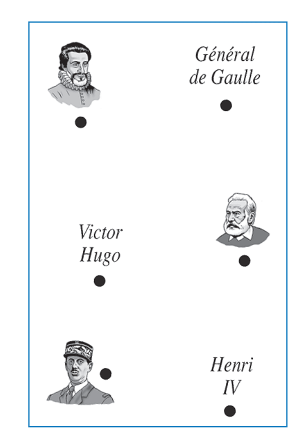
• On ouvrira ensuite la fiche du maître pour voir quelle technique, quels matériaux il a utilisés. On choisira ensemble les matériaux que l'on va privilégier pour la fabrication de plusieurs fiches différentes (papier d'aluminium ou fils…)

### Sur l'aspect esthétique et ludique : fabriquer d'autres fiches en changeant la présentation

***Activités préalables***

• Des questions émergent : faut-il toujours écrire des questions à droite et des réponses à gauche ?

• On peut développer des séances de recherche documentaire pour enrichir le contenu culturel des fiches.




• Des séances d'arts visuels permettront d'améliorer la plastique et l'esthétique du jeu.

***Phase de lancement***

• On proposera aux élèves de « fabriquer d'autres fiches en changeant la présentation, sur divers domaines culturels ».

***Travail individuel***

• Après avoir tracé le brouillon de leur fiche (cahier écolier quadrillé 1 x 1 cm), les enfants présentent leur travail aux camarades de leur groupe pour avis (intérêt, lisibilité, espacement) et premier contrôle orthographique, avant de le soumettre au maître. Ils recopient ensuite (ou collent) leurs questions/réponses sur une fiche cartonnée, perforent les points de repère, et placent le papier d'aluminium. Ils testent toutes les liaisons, à chaque item ajouté.

***Synthèse collective***

• Les élèves exposent et commentent leurs questionnaires. Ils essaient et échangent les fiches entre les groupes pour valider ou invalider le bon fonctionnement. La discussion s'installe entre les groupes. Les élèves ont le temps de jouer avec ces différentes fiches.

## Pour aller plus loin

### Matériel et documentation

• Parmi les mallettes ayant reçu le label *La main à la pâte* :
– Bibliothème « L'électricité au Cycle 3 », Celda.
– *Circuits et réalisations techniques – Cycle 2*, Jeulin.
– *Circuits et réalisations techniques – Cycle 3*, Jeulin.
– *L'électricité à l'école élémentaire,* Opitec.





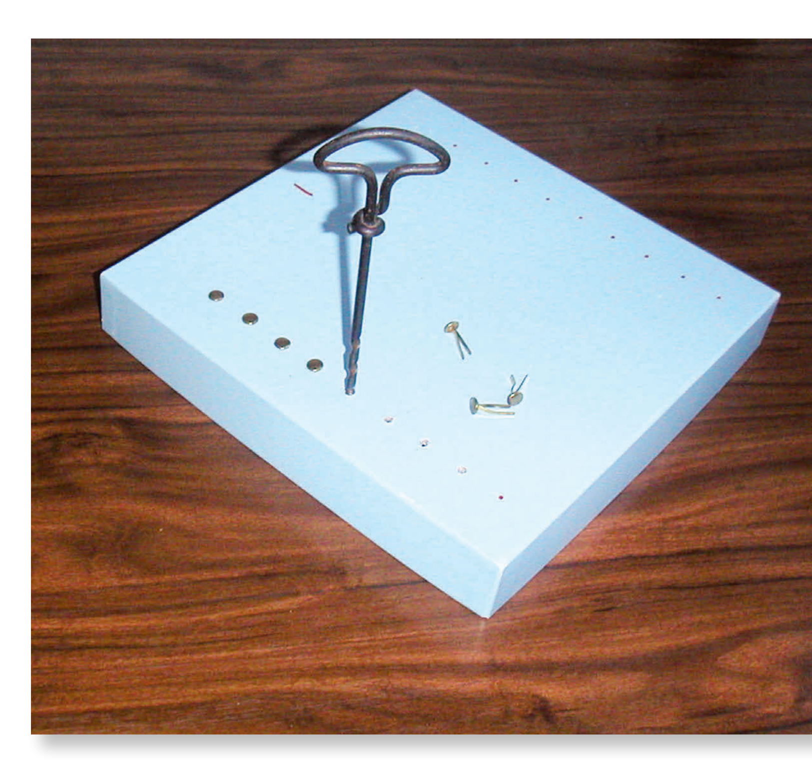
▶ **Sur le site : *www.lamap.fr***

***Activités pour la classe :***

Il existe plusieurs modules d'activités :
- Éclairage d'une maquette de maison.
- Circuits simples (Cycle 2 ou Cycle 3), 6 séances pour trouver la fonction d'un interrupteur et apprendre à tester une lampe de poche.
- Électricité : Cycle 3, 6 séances pour différencier les circuits série des circuits en dérivation.
- La Pile d'Alexandre Volta dans le projet collaboratif « L'Europe des découvertes ».

***Documentation scientifique***

Sur le thème de l'électricité, on pourra aller rechercher « l'essentiel » :
- Généralités sur les circuits électriques.
- L'électricité, qu'est-ce que c'est ?
- Générateur de tension.
- Dangers de l'électricité.
- Unités et symboles.



***La rubrique « En savoir plus » aborde, entre autres :***

Le télégraphe, la pile électrique, les centrales électriques, les ampoules, les accumulateurs… ■

## Extraits des programmes pour le Cycle 3

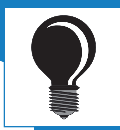
**Programme de sciences expérimentales et technologie : les objets techniques**
- Circuits électriques alimentés par des piles.
- Règles de sécurité, dangers de l'électricité.

**Socle commun : les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique**

**La culture scientifique et technologique**

L'élève est capable de :
- pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner[1] ;
- manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter[1] ;
- mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions[1] ;
- exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral[1] ;
- maîtriser des connaissances dans divers domaines scientifiques[1];
- exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques (*cf.* programmes)[2].

1. *Cf.* attestation de maîtrise de connaissances et compétences, Extrait du livret scolaire – *Bulletin Officiel* n° 45 du 27 novembre 2008.
2. *Cf.* programmes 2008 *BOEN* n° 3 du 19 juin 2008, *Les programmes de l'école primaire,* hors-série.





**Cette séance peut trouver sa place à divers moments de la séquence. Cette notion d'« isolant ou conducteur » est capitale pour la réalisation des circuits, qu'ils soient en fils électriques noués sur des attaches parisiennes ou réalisés en papier d'aluminium recouvert de papier.**

## Séance nº 7 : isolant/conducteur

### Enjeux de la séance

• Distinguer « matériau » et « objet ». Comprendre que la propriété « isolant » ou « conducteur » dépend de la matière dont l'objet est constitué.

• Identifier les « matériaux conducteurs » et les « matériaux isolants ».

### Matériel

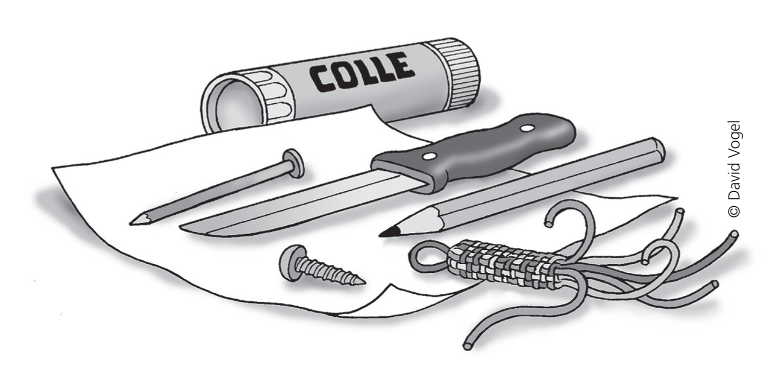
• Papier d'aluminium, papier journal, papier de verre, métallisé, crépon, vis en plastique, en laiton, clou en acier, mine de crayon à papier en graphite, mine de stylo-feutre en feutre, fil de cuivre, de laiton, de fer, tige en aluminium, cuillère en argent, en acier, en plastique, en bois, lame en acier, fil de scoubidou en plastique, fil de laine, tube en verre, tige en bois, manche de couteau en bois, en plastique, barrettes à cheveux, tubes de colle, morceaux de polystyrène…

### Phase de lancement

• Le maître introduira l'activité de la façon suivante : « Pour fermer un circuit et que l'ampoule s'allume, vous avez vu que c'est possible avec des fils électriques, mais pas avec des fils de laine ou de scoubidou. La question que nous nous sommes posée est : est-ce qu'il n'y a que les fils électriques qui laissent passer le courant ? C'est la question à laquelle nous allons essayer de répondre aujourd'hui. » (Les enfants la noteront sur leur cahier d'expériences.)

• On montrera ensuite quelques objets aux enfants, en leur demandant si, d'après eux, ils laissent ou non passer le courant.

Lors de l'échange, plusieurs cas de figure peuvent se présenter :
– Des enfants ont déjà l'idée de matériaux conducteurs ou isolants et donc, ils justifieront leur choix.
– Ces mêmes enfants peuvent êtres gênés par quelques matières dont ils ne connaissent pas la conductivité électrique.




– Certains, qui n'ont aucune idée de cette propriété des matériaux, feront un choix aléatoire, qui ne correspond donc pas à une hypothèse…

Le maître notera au tableau les différents types de justifications proposées par les élèves, qu'elles soient justes ou erronées, en les classant selon qu'elles sont :
– *liées à la fonction.* Ex. « La cuillère ne laisse pas passer le courant parce que cela sert à manger. »
– *liées au nom d'usage.* Ex. « Le fil électrique laisse passer le courant parce que c'est du fil électrique… »
– *liées à l'objet.* Ex. « Parce que c'est une cuillère, ou parce que c'est une règle. »
– *liées au nom et à la matière :* « Parce que c'est de la laine. »
– *liées à la matière :* « Parce que c'est en plastique, parce que c'est du métal… »

### Travail par groupe pour les expériences

• Il est inutile de donner tous les objets à tous les enfants. Mieux vaut préparer les boîtes de chaque groupe de façon telle que des comparaisons simples soient possibles dans le groupe et entre les groupes.
Boîte 1 : des cuillères.
Boîte 2 : des couteaux.
Boîte 3 : des fils.
Boîte 4 : des tiges.
Boîte 5 : des vis.
Boîte 6 : des barrettes.
Boîte 7 : des papiers.

Des rapporteurs de groupe se chargeront de venir inscrire quelques-uns des résultats de leurs expériences dans les tableaux muraux préparés par le maître.





### ▶ Synthèse collective : qu'est-ce qui laisse passer l'électricité ?

• On procédera à l'énumération des objets conducteurs (le fil de cuivre, le fil de laiton, le fil de fer, la tige en aluminium...), puis de ceux qui ne laissent pas passer le courant (le fil de scoubidou en plastique, le fil de laine, le tube en verre…).

Il ne suffit pourtant pas de lister les objets qui ont (ou non) laissé passer l'électricité pour que les enfants en déduisent cette idée de matière conductrice.

• Le maître poursuivra donc : « Peut-on dire que tous les fils laissent passer le courant ? Peut-on dire que toutes les cuillères laissent passer le courant ? Le fait que l'électricité passe, est-ce en rapport avec la forme de l'objet ? »

Certains enfants pourront avancer que tels objets ne laissent pas passer le courant parce qu'ils sont gros, ou parce qu'ils sont de telle couleur... On les incitera alors à réfléchir, et à proposer des contre-exemples. Il n'est pas pour autant nécessaire de refaire une séance complète. À la question « De quoi cela dépend-il ? », la réponse attendue est évidemment : « de la matière ! » (substance qui constitue l'objet).

• Les formulations évolueront : le couteau est *conducteur*... la lame est *conductrice*... la lame est *conductrice* parce qu'elle est *métallique*... les parties *métalliques* du couteau sont *conductrices*. Le bois, la laine, le plastique, le verre.... ne laissent pas passer le courant. Ce sont des *isolants*.

Ces détails dans les formulations permettent de passer de l'objet à la matière, de la matière à la propriété.

*Remarque :* Les métaux sont *conducteurs*. La mine de crayon n'est pas un métal mais laisse passer le courant. C'est du graphite (carbone presque pur).

### ▶ Intérêt de cette mise au point dans la construction du jeu électrique

• Le fil électrique est constitué d'une partie en métal (conducteur) enveloppée dans un matériau isolant (le plastique) pour que le courant électrique circule dans le fil, d'un bout à l'autre…

Les difficultés rencontrées par les élèves lors de la réalisation du circuit des fiches ont trouvé leur explication :

– Le courant ne passe pas entre les attaches parisiennes et le fil, si on ne dénude pas suffisamment les fils.
– Le courant passe dans les différents fils, et les associations de questions et réponses ne sont plus justes si on dénude trop les fils.

• On notera que les outils et le matériel de l'électricien (la pince coupante, la pince à dénuder, le tournevis) sont constitués de métal et de plastique.

L'interrupteur, l'ampoule, le support d'ampoule, le boîtier de lampe de poche comprennent des parties faites de différentes matières. On peut retourner vers les premiers dessins des ampoules, et faire repérer les parties isolantes et conductrices.

### ▶ Situations d'entraînement : quels sont les objets qui ferment le circuit ?

• On remplira la boîte 8 d'objets familiers de l'écolier, et la boîte 9 de chutes de divers matériaux plus ou moins familiers des enfants (polyester, nylon… matériaux qui se chargent en électricité statique quand on les frotte).

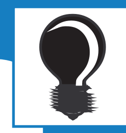
On demandera aux enfants de :
– nommer les objets de chaque boîte ;
– les dessiner ou écrire leur nom ;
– se prononcer sur la matière dont ils sont constitués ;
– en déduire les parties conductrices ou isolantes.

Les propositions seront vérifiées par l'expérience.

## Prolongement

• On pourra suggérer aux enfants de :
– lister les matières ;
– organiser une recherche documentaire sur leurs origines (animales, végétales, minérales, synthétiques…) :

| N° | Objets : nom et description | Laisse passer l'électricité | Justification avancée |
|---|---|---|---|
| 1 | Cuillère en bois | Non | Parce que c'est du bois... |
| | | | |
| | | | |





**Voici quelques ateliers de travaux pratiques qui pourront être mis en place dès que les enfants auront réalisé un circuit : pile – ampoule – fil.**

## Description des ateliers

### Enjeux de la séance

• Réutiliser les premiers acquis : montages en série, circuit fermé de borne à borne.

• Rendre les enfants autonomes face à des schémas de montages électriques.

• Sensibiliser à des aspects technologiques liés à l'utilisation de matériel électrique, et aux dangers potentiels.

### Organisation

• Ateliers de 10 à 20 minutes. On fera passer chaque groupe lors d'une même séance, ou à divers moments de la semaine.

### Ateliers travaillant en autonomie

***Atelier A :***
***Réaliser un circuit électrique connu, et y ajouter un élément nouveau***

**Matériel :** pile, ampoule, support d'ampoule, trois fils électriques de 45 cm, interrupteurs.
**Consigne :** réaliser un montage électrique permettant d'allumer et d'éteindre l'ampoule à l'aide de l'interrupteur.
**Cahier d'expériences :** dessiner le montage et expliquer en une phrase comment fonctionne l'interrupteur.

***Atelier B***
***Constater qu'avec une même pile, toutes les ampoules ne brillent pas avec le même éclat***

**Matériel :** pile plate, deux fils, ampoules à incandescence de diverses puissances (y compris ampoules de phares de voiture) et diverses formes.
**Consigne :** réaliser un montage électrique permettant de tester chaque ampoule.
**Cahier d'expériences :** dessiner les montages, et indiquer pour chaque ampoule si elle s'est éclairée ou non.

***Atelier C***
***Choisir la pile qui correspond à un jouet***

**Matériel :** des piles de diverses formes et puissances, deux ou trois jouets, de la documentation sur ces objets.
**Consigne :** rechercher dans les documents des explications qui permettent de choisir la bonne pile. Ce qui est écrit sur les piles. Vérifier en mettant les piles dans les jouets.
**Cahier d'expériences :** dessiner les piles et recopier les indications qui ont permis de bien les choisir.

***Atelier D***
***Constater qu'un moteur tourne dans un sens différent si l'on inverse les bornes du montage***

**Matériel :** pile, un fil, un moteur, une ampoule, une étiquette adhésive.
**Consigne :** réaliser un montage électrique permettant de faire tourner l'étiquette fixée comme un drapeau sur l'axe du moteur.
**Cahier d'expériences :** dessiner le montage, et décrire comment tourne l'étiquette (vitesse, sens).

***Atelier E***
***« 4,5 volts ; 50 watts »***

(Les élèves ont déjà entendu certains mots, mais leur signification est inconnue ou imprécise.)
**Matériel :** des ampoules à incandescence de diverses formes et puissances et leurs emballages (à vis et à baïonnette ; ampoule de phares de voiture, de bicyclette ou lampe de chevet…). Dictionnaire ou encyclopédie.
**Consigne :** rechercher dans les documents des explications qui permettent de comprendre ce qui est écrit sur les ampoules.
*On peut guider la recherche documentaire par des questions précises, ou des consignes de recherche plus directives.*
**Cahier d'expériences :** dessiner les ampoules, noter les indications techniques. Répondre aux questions posées.

***Atelier F***
***Observer des objets démontés : une ampoule, c'est un filament enfermé…***

**Matériel :** une ampoule à baïonnette, une ampoule à vis de grande taille, une loupe.
**Consigne :** observer précisément les ampoules. Repérer le passage des fils.
**Cahier d'expériences :** dessiner les ampoules et indiquer en couleur le passage supposé du courant.

### Autres ateliers conduits par le maître

***Atelier G***
***Observer précisément le contenu d'une pile plate dont l'enveloppe en carton a été découpée. Allumer une ampoule***

« Une pile plate, ce sont trois piles rondes en série. » Faire éventuellement construire un montage de trois piles rondes en série, et faire tester les éclats lumineux obtenus avec 1, 2, 3, 4 piles.





**ATELIER H**
**Placer sur une lampe de chevet diverses ampoules de puissances différentes**
En observer la luminosité en fonction de la puissance indiquée sur l'ampoule.

**ATELIER I**
**Provoquer la combustion de limaille de fer avec une pile plate**

## Synthèse possible, en fonction des ateliers mis en place

**A :** Chaque binôme d'élèves conserve le montage réalisé, qui servira de base pour les séances suivantes.

**B :** Avec une pile plate, on peut allumer des petites ampoules, on allume faiblement les ampoules de voiture, et l'on n'arrive pas à éclairer les ampoules de « cuisine ». Ces ampoules requièrent une tension supérieure à celle présente aux bornes de la pile.

**C :** Les piles sont conçues pour produire divers voltages (1,5 V ; 4,5 V ; 9 V).

**D :** On peut intervertir les bornes de la pile dans un circuit comprenant une ampoule, mais, dans le cas d'un moteur, le sens de rotation change (allusion éventuelle aux voitures télécommandées).

**F :** Le filament de l'ampoule est fin, mais il ne brûle pas car il est enfermé dans une ampoule de verre conçue pour empêcher qu'il brûle.

**G :** Les piles plates de 4,5 V sont formées de 3 piles de 1,5 V.

**E-G-H :** Les ampoules sont conçues pour donner une certaine lumière, qui correspond à une puissance (en watts). Pour les allumer, il faut le voltage suffisant, mais pas trop pour ne pas les faire griller.

**I :** Quand on relie les deux bornes d'une pile par un fil sans que le courant fasse travailler un moteur, ou produise de la lumière, alors le fil chauffe. C'est un court-circuit. L'énergie s'est transformée en chaleur.

Le fil chauffe, et s'il est trop fin, il brûle.

## Idées pour une situation d'évaluation

- Le maître réalisera deux montages :
– Monter 3 ampoules en série, alimentées par une pile de 4,5 V.
– Faire un autre circuit, avec 3 ampoules montées en dérivation, à partir d'une autre pile.
– Dissimuler chaque circuit sous une feuille de papier à dessin, ne laissant apparaître que les ampoules.

- Les élèves recevront les consignes suivantes :

***1 – Construis le luxmètre***

Le luxmètre « mesure » l'éclat lumineux d'une ampoule alimentée par une pile de 4,5 V (ne pas utiliser sur ampoule alimentée par du 220 V).

***2 – Mesure l'éclat lumineux de chaque ampoule des deux circuits***

Mode d'emploi :
– Positionner la case du luxmètre marquée 1 sur l'ampoule.
– Déplacer le luxmètre de case en case.
– Repérer le moment où l'éclat lumineux ne se perçoit plus au travers des épaisseurs de papier.
– Noter alors le chiffre qui est un « indicateur de luminosité ».

***3 – Essaie de retrouver les deux montages, en utilisant :***
– 2 piles,
– 10 fils à pince crocodile,
– 6 ampoules,
– un luxmètre.

Un schéma des deux circuits sera ensuite reproduit sur le cahier d'expériences.

*Remarques :*

- Les ampoules montées en série auront une luminosité bien moindre que celles montées en dérivation. Généralement, les enfants trouvent facilement l'un des deux circuits, mais ont ensuite plus de mal à trouver l'autre. Une mise en commun des travaux de la classe permettra de mettre les deux circuits en lumière...

- Les ampoules citées dans ce dossier sont des ampoules à incandescence. Une recherche documentaire pourra être proposée sur les ampoules à basse consommation aujourd'hui commercialisées, en liaison avec le thème de l'énergie. ■

## DOCUMENT ANNEXE

